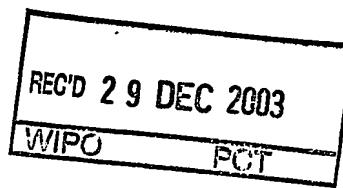


BUNDE~~R~~REPUBLIK DEUTS~~R~~LAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 52 399.1

Anmeldetag: 12. November 2002

Anmelder/Inhaber: MTU Friedrichshafen GmbH, Friedrichshafen/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit

IPC: F 02 D 45/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

MTU Friedrichshafen GmbH

08.11.2002

Zusammenfassung

5 Für eine Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit (1) wird während eines Startvorgangs eine Ist-Hochlauframpe gemessen. Anschließend wird die Ist-Hochlauframpe als Soll-Hochlauframpe gesetzt. Hierdurch passt sich die Regelung der Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit (1) an die Vorort-Gegebenheiten an.

10

(Fig. 1)

15

20

25

30

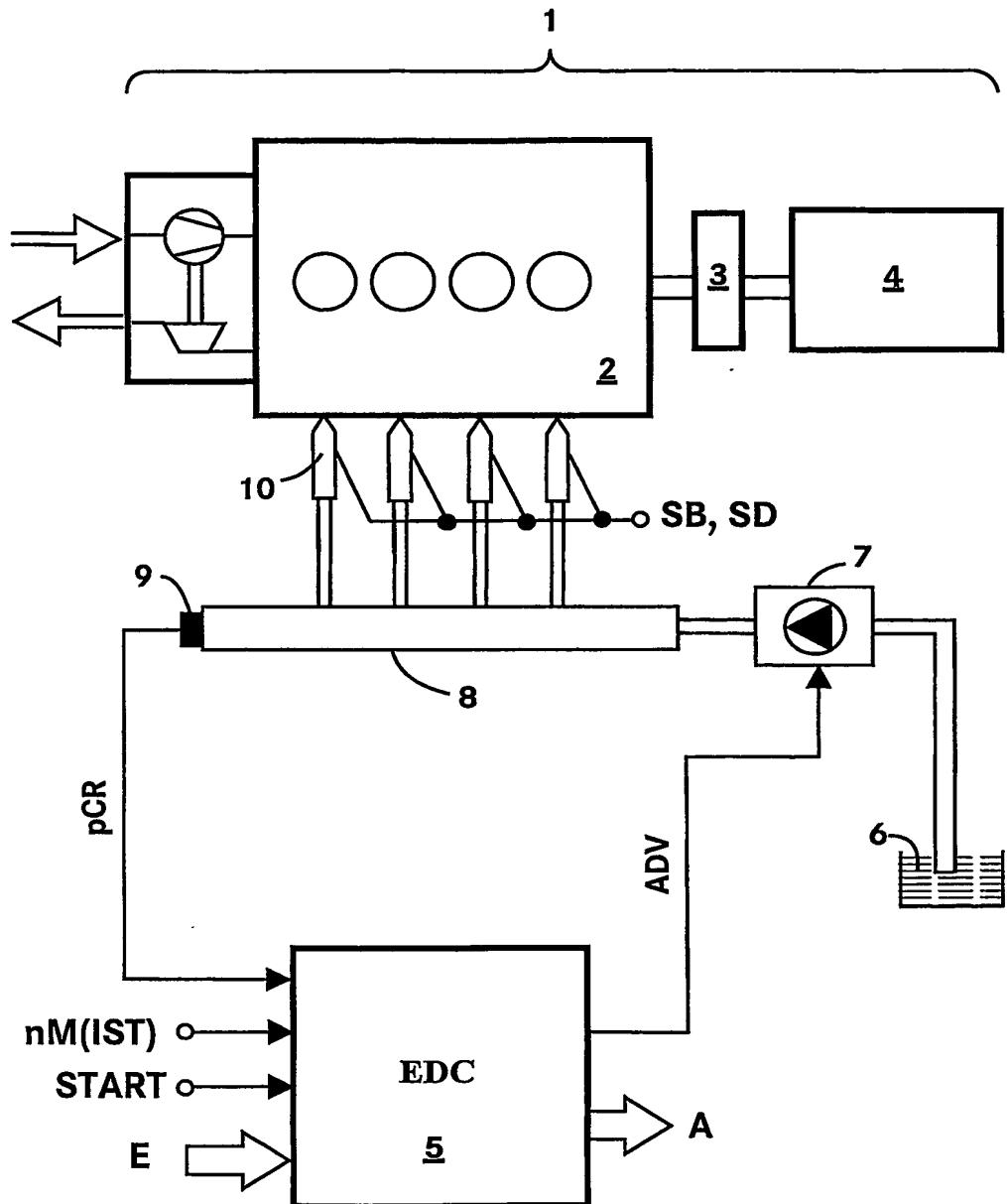


Fig. 1

MTU Friedrichshafen GmbH

08.11.2002

Verfahren zur Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-
Einheit

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer
Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit nach dem Oberbegriff
von Anspruch 1.

10 Eine als Generatorantrieb vorgesehene Brennkraftmaschine
wird vom Hersteller üblicherweise an den Endkunden ohne
Kupplung und Generator ausgeliefert. Die Kupplung und der
Generator werden erst beim Endkunden montiert. Um eine kon-
stante Nennfrequenz zur Strom-Einspeisung in das Netz zu ge-
währleisten, wird die Brennkraftmaschine in einem Dreh-
15 zahl-Regelkreis betrieben. Hierbei wird die Drehzahl der
Kurbelwelle als Regelgröße erfasst und mit einer
Soll-Drehzahl, der Führungsgröße, verglichen. Die daraus re-
sultierende Regelabweichung wird über einen Drehzahl-Regler
in eine Stellgröße für die Brennkraftmaschine, beispielswei-
20 se eine Soll-Einspritzmenge, gewandelt.

25 Da dem Hersteller vor Auslieferung der Brennkraftmaschine oft
keine gesicherten Daten über die Kupplungseigenschaften und
das Generator-Trägheitsmoment vorliegen, wird das elektroni-
sche Steuergerät mit einem robusten Regler-Parametersatz, dem
sogenannten Standardparametersatz, ausgeliefert.

30 In diesem Standardparametersatz ist für den Startvorgang eine
Drehzahl-Hochlauframpe bzw. eine Hochlauframpengeschwindig-
keit abgelegt. Um einen möglichst raschen Hochlauf zu ermög-

lichen, wird dieser Parameter auf einen großen Wert eingestellt, z. B. 550 Umdrehungen/(Minute mal Sekunde). Der zuvor beschriebene Drehzahl-Regelkreis und eine Drehzahl-Hochlauframpe sind beispielsweise aus der DE 101 22 517 C1 der Anmelderin bekannt.

Bei einem Generator mit einem großen Trägheitsmoment kann sich eine große Abweichung zwischen der Soll-Hochlauframpe und der Ist-Hochlauframpe ergeben. Diese Regelabweichung der Ist-Drehzahl zur Soll-Drehzahl bewirkt einen signifikanten Anstieg der Soll-Einspritzmenge. Bei einer Dieselmotoren-Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Einspritzsystem begünstigt der signifikante Anstieg der Soll-Einspritzmenge die Schwarzrauchbildung. Der signifikante Anstieg der Soll-Einspritzmenge bewirkt zusätzlich eine nicht korrekte Berechnung des Einspritzbeginns und des Soll-Raildrucks, da beide Größen aus der Soll-Einspritzmenge errechnet werden.

Für den Hersteller der Brennkraftmaschine bedeutet die zuvor geschilderte Problematik, dass bei einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit mit einem großen Trägheitsmoment ein Servicetechniker vor Ort die Regelparameter des Standardparametersatzes an die Gegebenheiten anpassen muss. Dies ist zeitaufwendig und teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde den Abstimmungsaufwand einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit für den Startvorgang zu reduzieren.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen dargestellt.

Die Erfindung sieht vor, dass aus der Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine eine Ist-Hochlauframpe bestimmt wird und die Soll-Hochlauframpe auf diese Ist-Hochlauframpe gesetzt wird.

Über diese Adaption der Soll-Hochlauframpe wird ein lernendes System abgebildet, welches sich selber an die Vorort-Gegebenheiten anpasst. Hierdurch entfallen weitere Abstimmungen des Standardparametersatzes. Eine signifikante Änderung
5 der Soll-Einspritzmenge wird hierdurch ebenfalls unterdrückt. Daher erreicht die Soll-Einspritzmenge schneller den statio-
när vorgegebenen Wert. Als Konsequenz ergibt sich für den Hochlauf, dass der berechnete Einspritzbeginn und der Soll-
Railldruck mit den stationär ermittelten Werten besser über-
10 einstimmen, d. h. es handelt sich somit um gesicherte Werte. Diese stationären Werte werden vom Hersteller in Prüfstands-
versuchen ermittelt und im Standardparametersatz abgelegt.

Zur Berechnung der Ist-Hochlauframpe wird die Drehzahl-
15 Veränderung der Ist-Drehzahl innerhalb eines zugeordneten Zeitintervalls beobachtet. Die Ist-Hochlauframpe kann dann beispielsweise über Mittelwertbildung berechnet werden.

Zur Verbesserung der Betriebssicherheit sind für die Adaption
20 entsprechende Grenzwerte vorgesehen. Die Adaption der Soll-Hochlauframpe erfolgt folglich nur dann, wenn diese innerhalb der Grenzwerte liegt.

In den Zeichnungen ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel
25 dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Systemschaubild;
- Fig. 2 ein Blockschaltbild;
- Fig. 3A, B, C ein Zeitdiagramm eines Startvorgangs;
- 30 Fig. 4 eine Kennlinie;
- Fig. 5 einen Programmablaufplan.

Die Figur 1 zeigt ein Systemschaubild des Gesamtsystems einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit 1. Diese bestehend aus
35 einer Brennkraftmaschine 2 mit einem Generator 4. Die Brennkraftmaschine 2 treibt über eine Welle mit einem Übertragungsglied 3 den Generator 4 an. In der Praxis kann das Über-

tragungsglied 3 eine Kupplung enthalten. Bei der dargestellten Brennkraftmaschine 2 wird der Kraftstoff über ein Common-Rail-System eingespritzt. Dieses umfasst folgende Komponenten: Pumpen 7 mit Saugdrossel zur Förderung des Kraftstoffs aus einem Kraftstofftank 6, ein Rail 8 zum Speichern des Kraftstoffs und Injektoren 10 zum Einspritzen des Kraftstoffs aus dem Rail 8 in die Brennräume der Brennkraftmaschine 2.

Die Betriebsweise der Brennkraftmaschine 2 wird durch ein elektronisches Steuergerät (EDC) 5 geregelt. Das elektronische Steuergerät 5 beinhaltet die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems, beispielsweise einen Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine 2 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Über diese berechnet das elektronische Steuergerät 5 aus den Eingangsgrößen die Ausgangsgrößen. In Figur 1 sind exemplarisch folgende Eingangsgrößen dargestellt: ein Raildruck p_{CR} , der mittels eines Rail-Drucksensors 9 gemessen wird, ein Ist-Drehzahl-Signal $nM(IST)$ der Brennkraftmaschine 2, eine Eingangsgröße E und ein Signal START zur Start-Vorgabe. Die Start-Vorgabe wird durch den Betreiber aktiviert. Unter der Eingangsgröße E sind beispielsweise der Ladeluftdruck eines Turboladers und die Temperaturen der Kühl-/Schmiermittel und des Kraftstoffs subsumiert.

In Figur 1 sind als Ausgangsgrößen des elektronischen Steuergeräts 5 ein Signal ADV zur Steuerung der Pumpen 7 mit Saugdrossel und eine Ausgangsgröße A dargestellt. Über das Signal ADV wird der Soll-Raildruck $p_{CR(SW)}$ bestimmt. Die Ausgangsgröße A steht stellvertretend für die weiteren Stellsignale zur Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine 2, beispielsweise den Einspritzbeginn SB und die Einspritzdauer SD.

In Figur 2 ist ein Blockschaltbild zur Berechnung des Einspritzbeginns SB, des Soll-Raildrucks pCR(SW) und der Einspritzdauer SD dargestellt. Aus der Ist-Drehzahl nM(IST) der Brennkraftmaschine und der Soll-Drehzahl nM(SW) berechnet
5 ein Drehzahl-Regler 11 eine Soll-Einspritzmenge QSW1. Diese wird über eine Begrenzung 12 auf einen maximalen Wert begrenzt. Die Ausgangsgröße, entsprechend der Soll-Einspritzmenge QSW, stellt die Eingangsgröße der Kennfelder
10 13 bis 15 dar. Über das Kennfeld 13 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge QSW und der Ist-Drehzahl nM(IST) der Einspritzbeginn SB berechnet. Über das Kennfeld 14 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge QSW und der Ist-Drehzahl nM(IST) der Soll-Raildruck pCR(SW) berechnet. Über
15 das Kennfeld 15 wird in Abhängigkeit der Soll-Einspritzmenge QSW und des Raildrucks pCR die Einspritzdauer SD bestimmt.

Aus dem Blockschaltbild wird deutlich, dass eine große Regelabweichung zu einem signifikanten Anstieg der Soll-Einspritzmenge QSW1 führt. Dieser signifikante Anstieg wird
20 durch die Begrenzung 12 auf einen maximalen Wert begrenzt. Dieser maximale Wert der Soll-Einspritzmenge bewirkt wiederum, dass ein falscher Einspritzbeginn SB und ein falscher Soll-Raildruck, der Einspritzdruck, berechnet werden.

25 Die Figur 3 besteht aus den Teilfiguren 3A bis 3C. Diese zeigen jeweils über der Zeit: einen Drehzahl-Verlauf der Soll- und Ist-Drehzahl im Ausgangszustand (Figur 3A), einen Soll- und Ist-Drehzahlverlauf nach der Adaption (Figur 3B) und einen Verlauf der Soll-Einspritzmenge QSW (Figur 3C). In
30 Figur 3C entspricht der Soll-Einspritzverlauf mit der durchgezogenen Linie, entsprechend dem Kurvenzug mit den Punkten A bis D, dem Ausgangszustand. Die strichpunktuierten Linie, entsprechend dem Kurvenzug mit den Punkten A, E und D, zeigt einen Verlauf nach der Adaption.

35 Zunächst wird der Ablauf des Verfahrens im Ausgangszustand erläutert. Im Ausgangszustand wird die Brennkraftmaschinen-

Generator-Einheit entsprechend dem Standardparametersatz betrieben. Im Folgenden wird von einem Generator mit einem großen Trägheitsmoment ausgegangen. Zum Zeitpunkt Null wird der Start iniziiert. Die Soll-Drehzahl $nM(SW)$ wird auf einen 5 ersten Wert nST gesetzt, beispielsweise 650 Umdrehungen/Minute. Über den Drehzahl-Regler wird eine Soll-Einspritzmenge QSW , Wert QST , vorgegeben. Bis zum Zeitpunkt t_1 nähert sich die Ist-Drehzahl $nM(IST)$ der Soll-Drehzahl $nM(SW)$ an, siehe Figur 3A. Ab dem Zeitpunkt t_1 bis zum Zeit- 10 punkt t_2 wird eine Soll-Hochlauframpe $HLR(SW)$ durch das elektronische Steuergerät vorgegeben. Ein typischer Wert für die Steigung der Soll-Hochlauframpe ist 550 Umdrehungen/(Minute mal Sekunde). Aufgrund des großen Trägheitsmoments des Generators folgt die Ist-Drehzahl $nM(IST)$ nicht 15 der Soll-Hochlauframpe $HLR(SW)$. Aus dieser Regelabweichung berechnet der Drehzahl-Regler eine höhere Soll-Einspritzmenge QSW , d. h. der Verlauf der Soll-Einspritzmenge QSW in Figur 3C ändert sich von Punkt A in Richtung des Punkts B. Die zunehmende Regelabweichung be- 20 wirkt eine signifikante Zunahme der Soll-Einspritzmenge QSW . Diese Soll-Einspritzmenge wird über eine Begrenzung auf einen maximalen Wert festgesetzt. In Figur 3C ist diese Be- grenzung als eine zur Abszisse parallel verlaufende strich-zweipunktierte Linie dargestellt. Der maximale Wert ist hier 25 als $QDBR$ bezeichnet. Die Soll-Einspritzmenge QSW wird folglich im Punkt B auf den Wert $QDBR$ begrenzt.

Zum Zeitpunkt t_3 erreicht die Ist-Drehzahl $nM(IST)$ eine Leerlauf-Drehzahl, beispielsweise 1500 Umdrehungen/Minute. Dieser 30 Drehzahlwert ist in Figur 3A als nLL bezeichnet. Die Ist-Drehzahl $nM(IST)$ schwingt im Folgenden über die Leerlauf-Drehzahl nLL hinaus und pendelt sich schließlich auf diesem Niveau ein. Da nunmehr eine Regelabweichung von nahezu Null vorliegt, berechnet der Drehzahl-Regler einen stationären 35 Wert der Soll-Einspritzmenge. Diese ist in Figur 3C mit dem Wert QLL dargestellt. Im Zeitraum t_3 bis t_4 fällt folglich

die Soll-Einspritzmenge QSW vom Begrenzungswert des Punkts C auf den stationären Wert des Punkts D.

Die Erfindung sieht nun vor, dass aus der Ist-Drehzahl
5 nM(IST) die Ist-Hochlauframpe HLR(IST) bestimmt wird. Hierzu werden die Drehzahl-Veränderungen der Ist-Drehzahl nM(IST) innerhalb eines zugeordneten Zeitintervalls beobachtet. In Figur 3A sind exemplarisch zwei Wertepaare dargestellt. Ein erstes Wertepaar besteht aus dem Zeitintervall dt(1) und der
10 Drehzahl-Veränderung dn(1). Das zweite Wertepaar besteht aus dem Zeitintervall dt(i) und der Drehzahl-Veränderung dn(i). Die Ist-Hochlauframpe lässt sich beispielsweise über Mittelwertbildung aus diesen Wertepaaren berechnen:

15
$$\text{HLR(IST)} = \text{SUM}(\text{dn}(i)) / \text{SUM}(\text{dt}(i))$$

mit

20 HLR(IST) Ist-Hochlaufpumpe
 SUM Summe im beobachteten Intervall ($i = 1$ bis $i = n$)
 $\text{dn}(i)$ Drehzahlveränderung
 $\text{dt}(i)$ Zeitintervall

Nachdem die Ist-Hochlauframpe HLR(IST) berechnet wurde, wird
25 die Soll-Hochlauframpe HLR(SW) auf die Werte der Ist-Hochlauframpe HLR(IST) gesetzt.

Die Figur 3B zeigt die adaptierte Soll-Hochlauframpe HLR(SW) der Figur 3A. Wie ersichtlich wird, wurde die Soll-Hochlauframpe derart adaptiert, dass die Soll-Drehzahl
30 nM(SW) und die Ist-Drehzahl nM(IST) während des Zeitraums t1 bis t3 nahezu identisch sind. Für die Berechnung der Soll-Einspritzmenge QSW bedeutet dies, dass ab dem Zeitpunkt t1 diese entsprechend der strichpunktierter Linie, also dem
35 Kurvenzug mit den Punkten A, E und D, auf den stationären Wert, hier QLL, geführt wird.

Nach Adaption der Soll-Hochlauframpe HLR(SW) ergibt sich damit beim Motorstart eine geringere Soll-Einspritzmenge QSW, was zur Vermeidung von Schwarzrauchbildung führt. Gleichzeitig werden nun die Kennfelder nach Fig. 2 mit dieser gerin-
 5 geren Soll-Einspritzmenge QDW berechnet. Dies führt zu güns-
tigeren Betriebswerten. Dadurch wird das Beschleunigungsver-
mögen des Motors verbessert. Auf Grund dieser Verbesserung
kann in der Praxis die Soll-Hochlauframpe HLR(SW) durch eine
10 größere als aus dem Ist-Drehzahl-Verlauf ermittelte Hoch-
lauframpe HLR(IST) gesetzt werden. Es gilt folglich:

$$\text{HLR(SW)} = (\text{SUM}(\text{dn}(i)) / (\text{SUM}(\text{dt}(i)) + K)$$

HLR(IST) Soll-Hochlaufpumpe

15 SUM Summe im beobachteten Intervall (i = 1 bis i = n)
 dn(i) Drehzahlveränderung
 dt(i) Zeitintervall
 K Konstanten ($K > 0$)

20 In Figur 4 ist ein Kennfeld dargestellt. Dieses zeigt mehrere Soll-Hochlauframpen über der Zeit. Mit dem Bezugszeichen HLR1 ist die Soll-Hochlauframpe im Ausgangszustand dargestellt, wie diese im Standardparametersatz bei Auslieferung der Brennkraftmaschine abgebildet ist. Die Soll-Hochlauframpe HLR1 wird gemäß der Erfindung in Abhängigkeit der aus der Ist-Drehzahl $nM(IST)$ berechneten Ist-Hochlauframpe adaptiert.
 25 In Figur 4 sind exemplarisch zwei weitere Hochlauframpen HLR2 und HLR3 dargestellt. Die Soll-Hochlauframpe HLR3 wird sich bei einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit mit einem großen Trägheitsmoment einstellen. Die Soll-Hochlauframpe HLR2 wird sich bei einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit mit einem sehr kleinen Trägheitsmoment einstellen. Zur Fehlerabsicherung des Gesamtsystems sind zusätzlich ein erster Grenzwert GW1 und ein zweiter Grenzwert GW2 darge-
 30 stellt. Die Adaption der Soll-Hochlauframpe erfolgt folglich nur dann, wenn die neue Soll-Hochlauframpe innerhalb eines Toleranzbandes TB liegt, wobei das Toleranzband TB durch den
 35

ersten Grenzwert GW1 und zweiten Grenzwert GW2 definiert wird.

In Figur 5 ist ein Programmablaufplan dargestellt. Bei S1
5 wird die Soll-Hochlauframpe HLR(SW) eingelesen. Danach wird bei S2 geprüft, ob die Ist-Drehzahl nM(IST) größer der Start-Drehzahl nST ist, beispielsweise 650 Umdrehungen/Minute. Ist dies nicht der Fall, so wird bei S3 eine Warteschleife durchlaufen. Ist die Abfrage bei S2 positiv,
10 so wird bei S4 aus dem Verlauf der Ist-Drehzahl nM(IST) die Ist-Hochlauframpe HLR(IST) bestimmt. Bei S5 wird sodann geprüft, ob die Ist-Drehzahl nM(IST) eine Leerlauf-Drehzahl nLL erreicht hat, beispielsweise 1500 Umdrehungen/Minute. Ist die Leerlauf-Drehzahl nLL noch nicht erreicht, so ver-
15 zweigt der Programmablaufplan zurück zum Schritt S4.

Wenn die Ist-Drehzahl nM(IST) die Leerlauf-Drehzahl nLL erreicht hat, wird bei S6 geprüft, ob die ermittelte Ist-Hochlauframpe HLR(IST) innerhalb des Toleranzbandes TB liegt.
20 Ist dies der Fall, so wird die Soll-Hochlauframpe HLR(SW) bei S7 auf die Werte der Ist-Hochlauframpe HLR(IST) gesetzt. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Soll-Hochlauframpe HLR(SW) auf die Summe von Ist-Hochlauframpe HLR(IST) und einer Konstanten gesetzt wird. Anschließend wird zum Programm-
25 punkt A verzweigt.

Liegt die gemessene Ist-Hochlauframpe HLR(IST) außerhalb des Toleranzbandes TB, so wird bei S8 ein Fehlermodus FM gesetzt und zum Programmfpunkt A verzweigt.

Bezugszeichen

- 5 1 Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit
- 2 Brennkraftmaschine
- 3 Übertragungsglied
- 4 Generator
- 5 Elektronisches Steuergerät (EDC)
- 10 6 Kraftstofftank
- 7 Pumpen
- 8 Rail
- 9 Rail-Drucksensor
- 10 Injektoren
- 15 11 Drehzahl-Regler
- 12 Begrenzung
- 13 Kennfeld zur Berechnung des Einspritzbeginns
- 14 Kennfeld zur Berechnung des Einspritzdrucks
- 15 Kennfeld zur Berechnung der Einspritzdauer

20

25

30

35

MTU Friedrichshafen GmbH

08.11.2002

Patentansprüche

5 1. Verfahren zur Drehzahl-Regelung einer Brennkraftmaschinen-Generator-Einheit (1) während eines Startvorgangs, bei dem eine Soll-Drehzahl ($nM(SW)$) über eine Soll-Hochlauframpe ($HLR(SW)$) vorgegeben wird, aus der Soll-Drehzahl ($nM(SW)$) und einer Ist-Drehzahl ($nM(IST)$) eine 10 Regelabweichung berechnet wird und aus der Regelabweichung mittels eines Drehzahl-Reglers (11) eine Soll-Einspritzmenge (QSW) zur Regelung der Ist-Drehzahl ($nM(IST)$) bestimmt wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 dass aus der Ist-Drehzahl ($nM(IST)$) eine Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$) bestimmt wird ($HLR(IST) = f(nM(IST))$) und diese als Soll-Hochlauframpe ($HLR(SW)$) gesetzt wird.

20 2. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$) aus einer Drehzahl-Veränderung ($dn(i)$, $i, = 1, \dots, n$) der Ist-Drehzahl ($nM(IST)$) innerhalb eines zugeordneten Zeitintervalls (dt(i)) bestimmt wird.

25 3. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$) über Mittelwertbildung aus der Drehzahl-Veränderung ($dn(i)$) während des 30 Zeitintervalls (dt(i)) berechnet wird.

4. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$) und eine Konstante
5 (K) addiert werden ($HLR(IST) = HLR(IST) + K$).
5. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach einem der vorausge-
gangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass geprüft wird, ob die Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$)
innerhalb eines Toleranzbandes (TB) liegt.
6. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass ein Fehlermodus (FM) gesetzt wird, wenn die Ist-
Hochlauframpe ($HLR(IST)$) außerhalb des Toleranzbandes
(TB) liegt.
7. Verfahren zur Drehzahl-Regelung nach einem der vorausge-
gangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Ist-Hochlauframpe ($HLR(IST)$) als Soll-
Hochlauframpe ($HLR(SW)$) zumindest mit Erreichen einer
Leerlauf-Drehzahl nLL gesetzt wird.

25

30

35

1 / 5

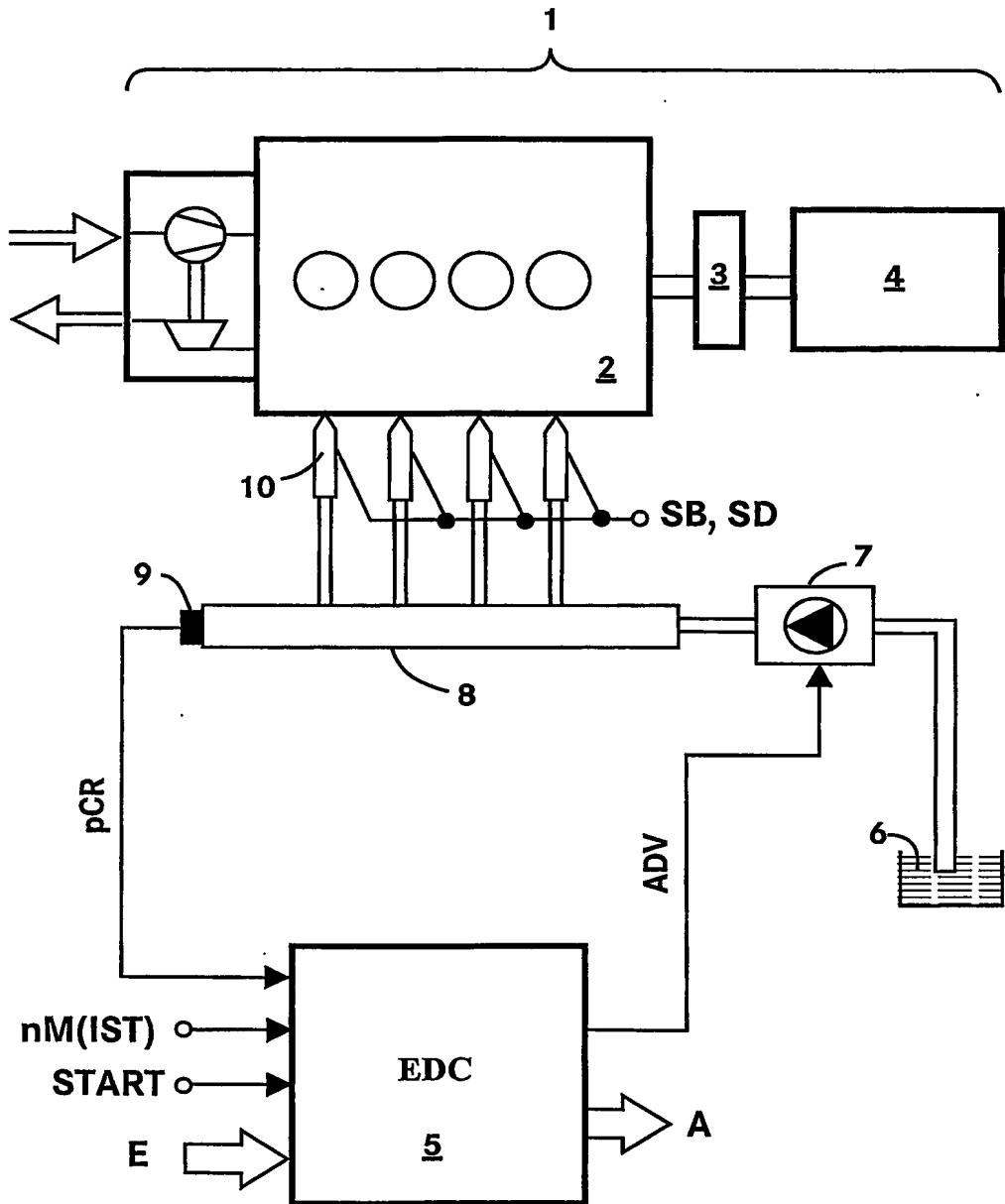


Fig. 1

2 / 5

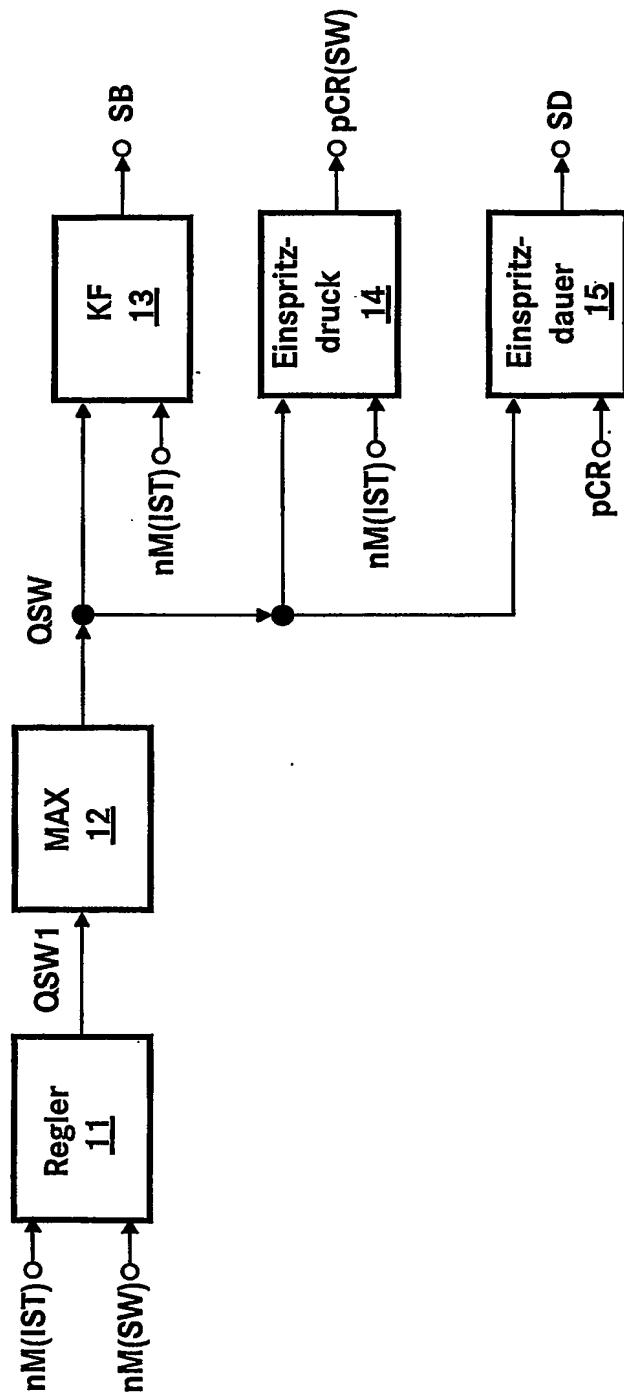


Fig. 2

3 / 5

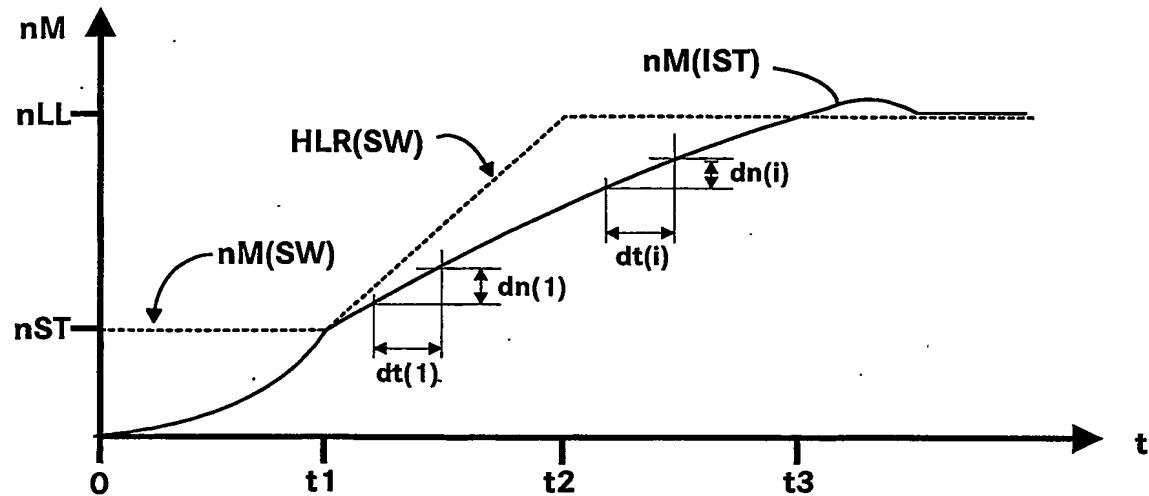


Fig. 3A

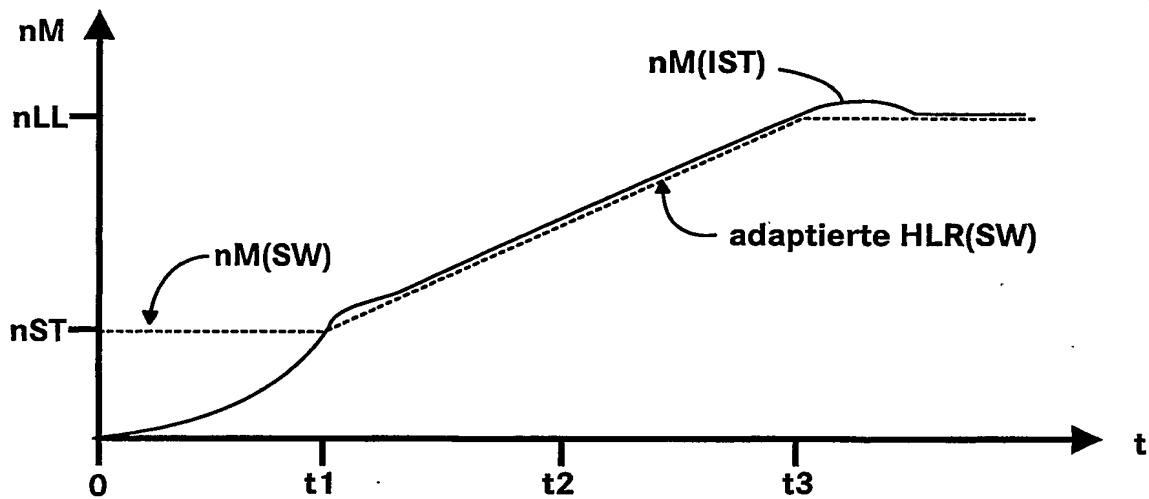


Fig. 3B

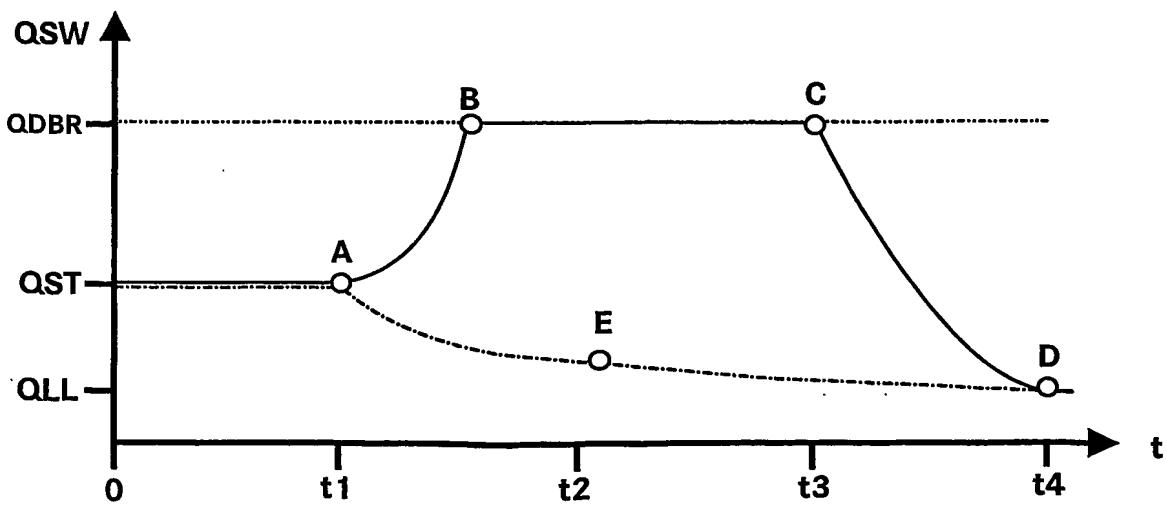


Fig. 3C

4 / 5

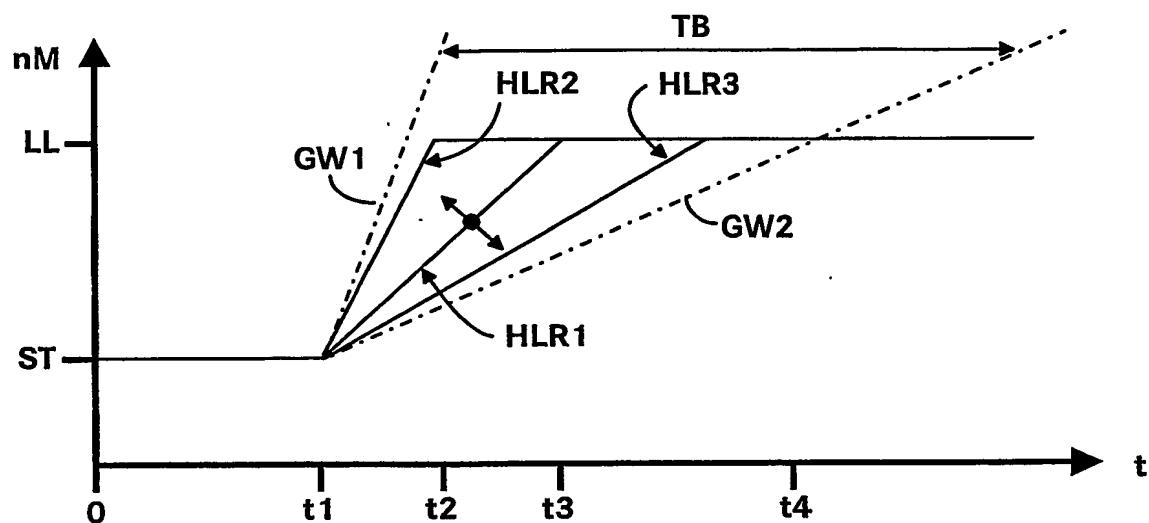


Fig. 4

5 / 5

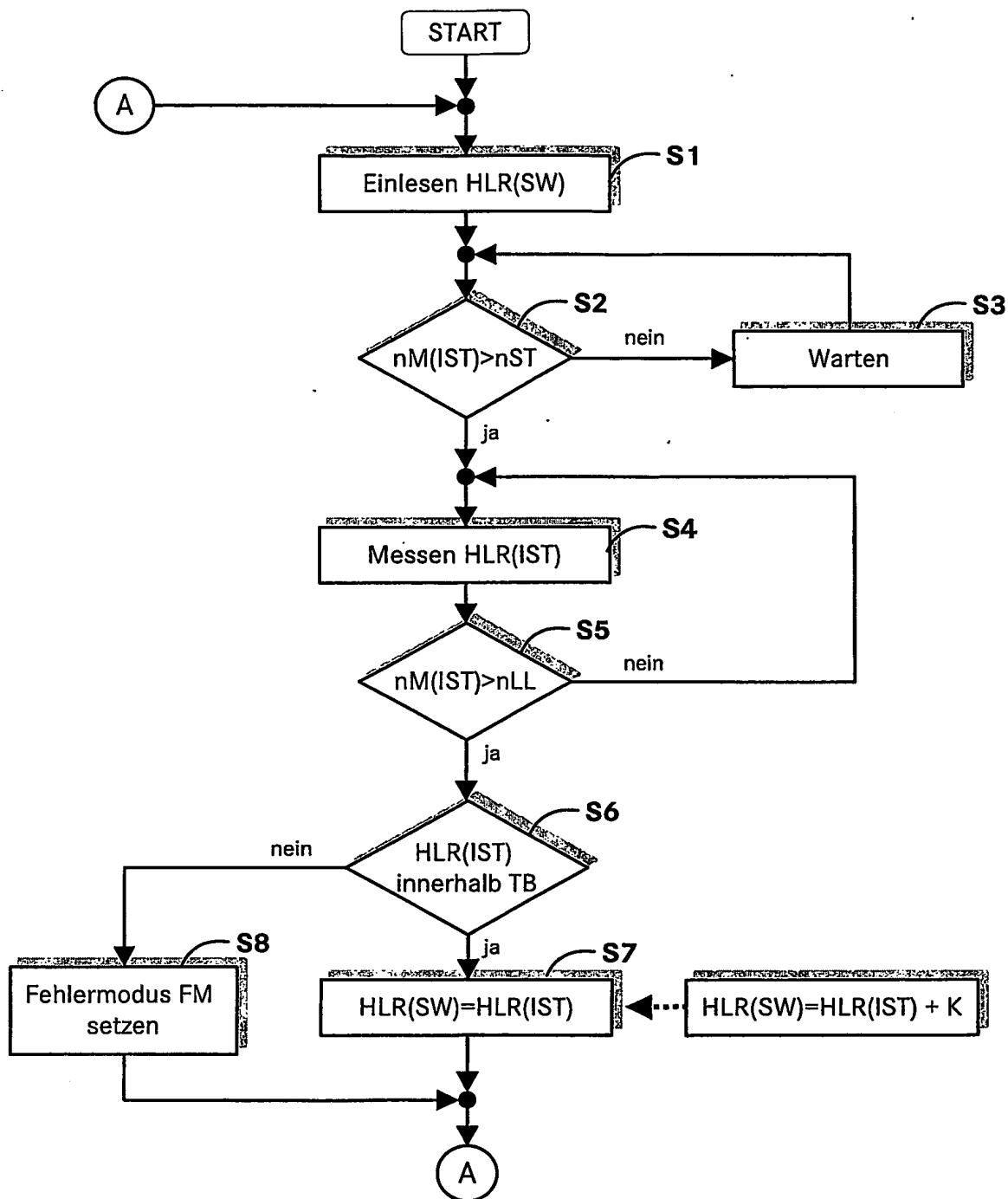


Fig. 5